

УДК 519.81:658.512

СИСТЕМОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ СИНТЕЗУ СИСТЕМ МОНІТОРИНГУ ВИРОБНИЧИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

Шахрай Р. Р., Безкоровайний В. В.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків

Підвищення складності продукції сучасних виробничих компаній призводить до відповідного ускладнення технологічних процесів (ТП), що використовуються для її виготовлення. Ефективність ТП багато у чому визначається рішеннями, що приймаються в процесі керування ними [1-4]. Джерелом інформації для систем керування ТП є системи моніторингу (СМ).

Синтез системи моніторингу ТП передбачає обґрунтування вибору їх структури, топології, параметрів елементів, зв'язків та технології її функціонування. На першому етапі розв'язання проблеми синтезу ТП вимагає проведення її системологічного аналізу. Пропонується розглядати ТП як територіально розподілений об'єкт. Джерелом інформації для керування ним є система моніторингу, яка має забезпечувати безперервне отримання інформації щодо стану технологічних об'єктів, виробничих, транспортних процесів тощо (рис. 1).

Для переважної більшості сучасних СМ ТП характерними є [5]: наявність загальної мети отримання необхідної інформації в установлені терміни з мінімальними витратами; наявність множини територіально розподілених об'єктів моніторингу й альтернативних елементів (засобів збору та попередньої обробки інформації); існування зон моніторингу для кожного елемента (підмножин об'єктів спостереження); наявність в технологіях функціонування етапів переміщення інформації між елементами, вузлами та центром системи; для оцінки ефективності їх роботи використовується множини показників (витрат на створення й експлуатацію, оперативності, надійності, живучості тощо); вибір найкращого варіанту вимагає розв'язання задач багатокритеріального вибору компромісних рішень в умовах неповної визначеності.

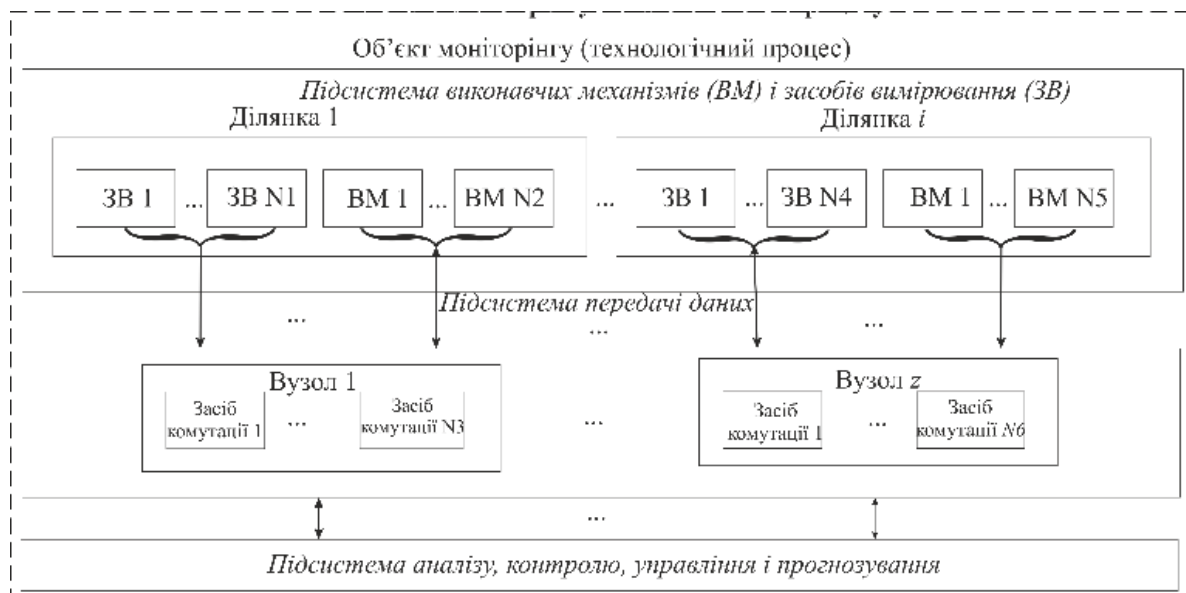


Рисунок 1 – Узагальнена структурна схема системи моніторингу ТП [5]

На початкових стадіях пропонується СМ подавати як територіально розподілений об'єкт [5]:

$$s = \langle e, r, g \rangle, \quad (1)$$

де e – множина елементів (датчики, засоби комутації, перетворення, обробки інформації); r – множина зв'язків між елементами системи; g – топологічна реалізація структури системи $\langle e, r \rangle$.

Проблему синтезу СМ доцільно подавати у вигляді деякої метазадачі, що об'єднує у собі множину локальних задач [5-6]:

$$MetaTask = \{Task^l\}, Task^l = \{Task_i^l\}, i = \overline{1, i_l}, l = \overline{1, n_l}, \quad (2)$$

де $Task^l$ – множина задач, що відносяться до рівня l ; n_l – кількість рівнів опису проблеми; i_l – кількість задач, що розв'язуються на рівні l .

Кожну з задач (2) будемо подавати як перетворювач вхідних даних у вихідні дані: $Task_i^l := In_i^l \rightarrow Out_i^l, i = \overline{1, i_l}, l = \overline{1, n_l}$ (де In_i^l, Out_i^l – відповідно вхідні та вихідні дані i -ї задачі l -го рівня).

Розв'язання метазадачі $MetaTask$ (2) передбачає визначення найкращого в сенсі множини обраних критеріїв ефективності (оперативності, точності, надійності, витрат тощо) $K(s) = \{k_1(s), k_2(s), \dots, k_m(s)\}$ варіанту побудови СМ $s^o \in S$ на допустимих

принципах Π з урахуванням заданих рівнів ефекту Q^* і (або) витрат C^* , а також обмежень на вид структури, топології, технології функціонування та параметри елементів і $S = \{s\}$.

З урахуванням цього проблему системного синтезу СМ *MetaTask* як перетворювач даних будемо подавати у такому вигляді:

$$MetaTask : \{O, K, Q^*, C^*, S, \Pi\} \rightarrow \{s^o, K(s^o)\}, \quad (3)$$

де $\{O, K, Q^*, C^*, S, \Pi\} = In$ – множина вхідних даних проблеми синтезу СМ; $\{s^o, K(s^o)\} = Out$ – множина вихідних даних; O – множина характеристик об'єктів контролю системи (кількість, місця розташування точок контролю, частота збору й обсяги інформації, що збирається тощо).

До множини задач синтезу СМ на нижньому рівні опису (2) відносяться [4]: $Task_1^l$ – вибір принципів побудови $s_\pi^o \in S$; $Task_2^l$ – оптимізація структури системи $s_{ER}^o \in S$; $Task_3^l$ – оптимізація топології елементів і зв'язків $s_G^o \in S$; $Task_4^l$ – вибір технології функціонування $s_A^o \in S$; $Task_5^l$ – визначення параметрів елементів і зв'язків $s_B^o \in S$; $Task_6^l$ – оцінка варіантів побудови СМ $K(s)$, $s \in S$ і вибір найкращого серед них:

$$s^o = \langle s_\pi^o, s_{ER}^o, s_G^o, s_A^o, s_B^o \rangle \in S. \quad (4)$$

Визначені зв'язки задач синтезу за вхідними та вихідними даними дозволяють визначити логічну схему оптимізації СМ. При цьому, у процесі розв'язання кожної з задач (2) необхідно приймати рішення з вибору найкращих варіантів побудови системи за множиною функціональних і витратних показників. Для оцінки показників якості рішень використовуються засоби аналітичного та імітаційного моделювання.

За результатами проведеного аналізу існуючих рішень, можна зробити висновок, що задача моніторингу виробничих ТП характеризується значною варіативністю можливих рішень у залежності від використовуваних технологій (хмарне обчислення, глобальні і локальні мережі тощо). Методи та засоби вирішення цієї задачі потребують удосконалення, з огляду на необхідність адаптації існуючих інструментів до конкретних виробничих процесів та проблеми складності їх встановлення та налаштування.

Література:

1. О. В. Фомін, А. О. Ловська, Д. І. Скуріхін та В. В. Бондаренко, «Моніторинг виробничих процесів підприємств залізничного транспорту», *Транспортні системи і технології*, №37, с. 41-49, 2021. [Он-лайн]. Доступно: <https://doi.org/10.32703/2617-9040-2021-37-5>.
2. Н. А. Заєць та А. В. Роговик, «Система моніторингу технологічного процесу для виявлення нештатних ситуацій на харчових підприємствах», *Енергетика і автоматика*, №1, с. 91-106, 2019. [Он-лайн]. Доступно: [10.31548/energiya2019.01.091](https://doi.org/10.31548/energiya2019.01.091)
3. В. А. Сторожук та М. А. Вісковатов, «Автоматизовані системи моніторингу виробничих процесів», *Автоматизація та приладобудування: збірник студентських наукових статей [Електронний ресурс]*, Харків: ХНУРЕ, вип. 2, с. 76-83, 2022.
4. Р. Р. Шахрай, «Аналіз проблеми моніторингу виробничих технологічних процесів», 27-й Міжнародний молодіжний форум «Радіоелектроніка та молодь у ХХІ столітті». Зб. матеріалів форуму, Харків: ХНУРЕ, т. 2, с. 43-44, 2023.
5. В. Безкорвайний та В. Бортнікова, «Моделювання проблеми проектування систем моніторингу технологічних процесів», *Міжнародна науково-технічна конференція «Інформаційні системи та технології» ІСТ-2019*, Харків: ХНУРЕ, с. 15–17, 2019.
6. В. О. Гончаренко, «Оптимізація топологічної структури системи виробничого моніторингу», *Автоматизація та приладобудування: збірник студентських наукових статей [Електронний ресурс]*, Харків: ХНУРЕ, вип. 1, с. 34–38, 2022.